

**DAS VERHALTEN BLUTGASANALYTISCHER MESS-
WERTE UNTER RUHE- UND BELASTUNGSBEDING-
UNGEN BEI AUSDAUERTRAINIERTEN
ALTERSSPORTLERN**

von

Roland Karl Rudolf Glaser

aus

Brüx / CSSR

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546220_0005

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. K. Bachmann

**DAS VERHALTEN BLUTGASANALYTISCHER MESS-
WERTE UNTER RUHE- UND BELASTUNGSBEDING-
UNGEN BEI AUSDAUERTRAINIERTEN
ALTERSSPORTLERN**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich - Alexander - Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt
von
Roland Karl Rudolf Glaser
aus
Brüx / CSSR

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. E. Lang

Korreferent: Prof. Dr. K. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Dezember 1976

An dieser Stelle möchte ich
Herrn Prof. Dr. med. E. Lang
für die Überlassung des Themas meiner
Dissertationsarbeit und für die freund-
liche Unterstützung bei der Abfassung
der Arbeit danken.

INHALTSVERZEICHNIS

- I. Einführung in Problematik und eigene Fragestellung
- II. Grundlagen des Säure-Basen-Haushalts
 - Begriffsbestimmung -
- III. Eigene Untersuchungen und ihre Methodik
 - 1. Das Untersuchungsgut
 - 2. Untersuchungsgang
 - 3. Meßverfahren
 - 4. Statistische Auswertung
- IV. Ergebnisse
- V. Diskussion
- VI. Schlußfolgerung
- VII. Zusammenfassung
- VIII. Literatur
- IX. Anhang (Abbildungen und Tabellen)

I. EINFÜHRUNG IN PROBLEMATIK UND EIGENE FRAGESTELLUNG

Die funktionellen und organischen Alterungsvorgänge sind gekennzeichnet durch verminderte Anpassungsfähigkeit und herabgesetzte Leistungsfähigkeit. Es ist bekannt, daß das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen als Maß der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit mit dem Alter allmählich abnimmt. Der Energieaufwand, welcher über diese maximale O_2 -Aufnahme hinausgeht, kann nur durch anaerobe Stoffwechselvorgänge gewonnen werden (HOLLMANN).

Gradmesser einer vermehrt in Anspruch genommenen anaeroben Energiegewinnung sind mit einem Anteil von 95 % der Laktat- und der Pyruvatspiegel (KEUL, KEPPLER). Die Blutgasanalyse erfaßt indirekt diese Stoffwechselprodukte.

Sportliche Leistungen werden begrenzt von der O_2 -Transportkapazität des Kreislaufs und der Durchblutung der arbeitenden Muskulatur. Wir wissen, daß Lungenvolumina, Atemreserven und Sauerstoffdiffusionskapazität bei Leistungssportlern über der Norm liegen. Bei ehemaligen Aktiven lassen sich diese erhöhten Werte für Total- und Vitalkapazität sowie Atemgrenzwert noch nach Jahrzehnten nachweisen (BÜHLMANN). Doch sind dabei auch altersbedingte Thoraxstarre oder das Lungenemphysem zu bedenken, die eine Einschränkung der Lungenfunktion zur Folge haben. Diese durch Alterung bedingten Vorgänge könnten sich grundsätzlich in der Höhe der blutgasanalytischen Meßwerte bemerkbar machen, so daß diese Meßwerte unter Umständen auch eine vorsichtige Aussage über die Änderung der Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter, vor allem bei austrainierten Alterssportlern, zulassen.

Unter dieser Voraussetzung werden in der vorliegenden Arbeit blutgasanalytische Meßergebnisse von Alterssportlern vorgelegt und auf ihre Besonderheiten hin - vor allem in den höheren Altersstufen - untersucht.

II. GRUNDLAGEN DES SÄURE-BASEN-HAUSHALTS

- BEGRIFFSBESTIMMUNG -

Die Stoffwechselprodukte Kohlendioxyd und Wasserstoffionen nicht flüchtiger Säuren regulieren den Säure-Basen-Haushalt.

Um die Stoffwechselvorgänge und damit die Organfunktion aufrechtzuerhalten, muß der Organismus die körpereigene Azidität, d.h. den pH-Wert, konstant halten. Die Pufferbasen, die befähigt sind, Wasserstoffionen aufzunehmen oder abzugeben, bestehen zur Hälfte aus hauptsächlich im Plasma befindlichem Bikarbonat und zur anderen Hälfte aus Hämoglobin, Proteinen und Phosphat. Die letzteren sind die sogenannten Nicht-Karbonat-Puffer, die überwiegend in den Erythrozyten wirksam werden.

Der Säure-Basen-Status des Blutes ist definiert durch den pH-Wert, den CO_2 -Partialdruck, das Standard-Bikarbonat und die Basenabweichung.

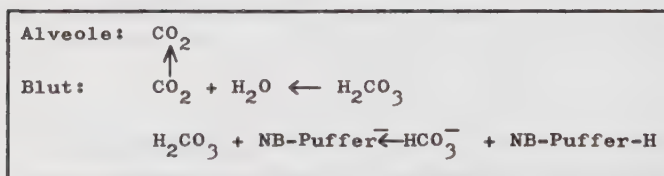
Der pH-Wert gibt uns Aufschluß über die Aktivität der Wasserstoff-Ionen. Je mehr H^+ -Ionen vorhanden sind, desto mehr wird die Dissoziation der Kohlensäure und damit die Bikarbonatkonzentration vermindert. Die pH-Zahl ist das Ergebnis einerseits des respiratorischen, andererseits des metabolischen Einflusses und findet seinen meßtechnischen Ausdruck in der Henderson-Hasselbach'schen Gleichung, der das Kohlensäure-Bikarbonat-System zugrunde liegt:

$$\text{pH} = 6,11 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{0,0304 \cdot \text{pCO}_2}$$

← metabol. Einfluß
← respirat. Einfluß

Der Normalwert für pH im Blut bei Männern liegt bei 7,37 bis 7,44.

Der Kohlendioxydpartialdruck ist der Parameter für die respiratorische Komponente, die den pH-Wert beeinflussen kann. Die Messung des $p\text{CO}_2$ im arteriellisierten Blut ist daher am besten geeignet, den Einfluß der Atmung auf das Säure-Basen-Gleichgewicht auszudrücken. Dieser Wert wird hauptsächlich durch die alveoläre Ventilation und damit durch die Lungenfunktion bestimmt. Ein Anstieg von CO_2 im arteriellen Blut verursacht eine blutchemische und renale Reaktion. Dabei ist die blutchemische Reaktion über Nicht-Bikarbonat-Puffer (NB) eine passive Sofortreaktion des Organismus, während die renale Kompensation eine aktive Leistung des Organismus ist und erst später einsetzt.



Der Normalwert von $p\text{CO}_2$ beträgt bei Männern 34 bis 44 mmHg.

In der obigen Gleichung kann Hb für NB-Puffer eingesetzt werden, da Hämoglobin den größten Anteil an Nicht-Karbonat-Puffern hat.

Bei jeder Verminderung des arteriellen O_2 -Partialdrucks im Organismus kommt es reflektorisch über die Chemorezeptoren im Glomus caroticum und aorticum zur Reizung des Atemzentrums und zur Hyperventilation. Die obige Gleichung wird dann umgekehrt.

Für die metabolische Komponente der pH-Beeinflussung sind maßgebend das aktuelle Plasmabikarbonat, das Standardbikarbonat und die Basenabweichung.

Das aktuelle Plasmabikarbonat ist jedoch vom $p\text{CO}_2$ zu stark abhängig, das heißt, ein respiratorischer Wert beeinflusst einen metabolischen Wert. Damit ist dessen Aussagekraft eingeschränkt. Die Pufferbasen sind zwar abhängig von $p\text{CO}_2$, doch zu sehr abhängig vom Hb-Gehalt des Blutes. Dagegen ist der Standardbikarbonatwert physikalisch-chemisch unabhängig vom $p\text{CO}_2$ und nur mäßig abhängig vom Hb-Gehalt. Sein Normalwert liegt bei 24 bis 28 mval/l.

Der Base-excess-Wert ist im physikalisch-chemischen Sinn unabhängig vom $p\text{CO}_2$ und vom Hb-Gehalt. Deswegen ist er als Parameter für die Beurteilung metabolischer Veränderungen am besten geeignet und erlaubt eine Aussage über die Basenabweichung im Blut. Er beträgt -2,5 bis +2,5 mval/l. Um möglichst unabhängige Werte zu bekommen, wurden für die vorliegenden Untersuchungen zur Beurteilung der metabolischen Veränderungen das Standardbikarbonat und der Basenüberschuß gewählt.

Besonders der Standardbikarbonat-Wert hängt von der Laktat- und Pyruvatkonzentration im Blut ab. Es wurde nachgewiesen, daß 95 % der Veränderung der Standardbikarbonat-Konzentration und damit des pH-Wertes bei körperlicher Belastung durch Anhäufung von Laktat und Pyruvat bedingt sind. Nach einer Belastung beträgt der Laktat-Anteil im Blut ca. 92 % (12).

Bestimmen wir den Standardbikarbonat-Wert, die Basenabweichung und den pH-Wert, so haben wir Meßgrößen zur Beurteilung einer metabolischen Azidose, die

natürlich abhängt von der Dauer, Intensität und Art der durchgeführten körperlichen Belastung.

Die Normalwerte der Blutgase werden von den Autoren etwas verschieden angegeben. Da nach BÜHLMANN und ROSSIER die Streuung der physiologischen Werte im höheren Alter größer wird, nahmen wir die größtmögliche Variationsbreite der Normalwerte (2, 4, 7, 16, 18).

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN UND IHRE METHODIK

1. Das Untersuchungsgut

Untersucht wurden 97 Teilnehmer eines internationalen Altherrenlaufs über 5000 Meter. Es handelte sich um Alterssportler im Alter von 55 bis 92 Jahren. Die Teilnehmer waren durchwegs gut trainiert. Mit einigen Unterbrechungen hatten sie von Jugend an regelmäßig verschiedene Sportarten betrieben. In der Hauptsache war ihr Training auf aerobe Ausdauer ausgerichtet, das den Anforderungen an ein Ausdauertraining (HOLLMANN) genügte.

2. Untersuchungsgang

Am Wettkampftag wurden in einem extraklinischen Labor der Abteilung für praeklinische Geriatrie der medizinischen Universitäts-Poliklinik Erlangen-Nürnberg im Rahmen einer sportmedizinischen Untersuchung die Blutgasparameter pH, pCO_2 , Standardbikarbonat und Basenabweichung der 97 Teilnehmer bestimmt. Es wurden die Ruhewerte, die Werte unmittelbar nach einer sechsminütigen Fahrradergometerbelastung mit 100 Watt sowie die Blutgaswerte unmittelbar nach dem 5000-Meter-Lauf untersucht. Die Werte nach dem 5000-Meter-Lauf wurden aus technischen Gründen in der 1. bis 3. Minute nach dem Lauf gewonnen. Der Hämoglobingehalt des Blutes wurde vor Beginn des Wettkampfes bestimmt.

Die einzelnen Meßergebnisse sind - zusammen mit dem Alter der Probanden - in der Tabelle 17 aufgeführt. 80 Probanden unterzogen sich der Ruhemessung, 56 unterzogen sich der 100-Watt-Belastung, 28 stellten sich darüberhinaus nach dem 5000-Meter-Lauf noch zur weiteren Untersuchung zur Verfügung. Bei 17 wurden nur Messungen nach dem Lauf vorgenommen.

3. Meßverfahren

Zur Gewinnung der Blutgasparameter wurde der AVL-Gas-Check nach HARNONCOURT als relativ schnell messendes und ausreichend genaues Blutgasanalysegerät verwendet. Bei diesem Gerät werden pH und $p\text{CO}_2$ mit direkt messenden Elektroden bestimmt. Ist zusätzlich die Hämoglobinkonzentration bekannt, können weitere metabolische Parameter wie Standardbikarbonat und Basenabweichung nomographisch bestimmt werden (Kurvennomogramme nach SIGGAARD-ANDERSEN). Das Blut wurde mittels einer heparinisierten Kapillare am mit Finalgon hyperämisierten Ohr läppchen gewonnen. Bei dieser Abnahmemethode gewinnt man kapilläres Vollblut. Bei guter Abnahmetechnik ergeben sich nur minimale Unterschiede zwischen Arterienblut und arterialisiertem Kapillarblut (REICHEL und Mitarb., SIGGAARD-ANDERSEN und Mitarb.).

4. Statistische Auswertung

Das Kollektiv wurde dann nach Altersgruppen geordnet. Es ergaben sich Gruppen der bis 60jährigen, der 61- bis 65jährigen, der 66- bis 70jährigen, der 71- bis 75jährigen und der über 75jährigen. Die Einzelwerte des pH, Kohlensäurepartialdrucks ($p\text{CO}_2$), Standardbikarbonats und Base excess, die Alterswerte und Laufzeiten wurden zu Mittelwertberechnungen herangezogen, dazu wurden die Standardabweichungen und teilweise die Variationsbreiten mit angegeben.

Mittels des t-Tests wurde der Vergleich von Mittelwerten auf Signifikanz vorgenommen, wobei die Tabellen nach SACHS herangezogen wurden. Zuvor

wurde mit dem F-Test die Varianzgleichheit geprüft. Als untere Grenze der Signifikanz galt beim t-Test eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %. Für die Korrelationsberechnung wurde der Korrelationskoeffizient r für lineare Korrelationen benützt. Zur Signifikanzprüfung des Korrelationskoeffizienten wurden ebenfalls die Tabellen von SACHS verwendet. Das Signifikanzniveau für r wird jeweils im folgenden angegeben.

IV. ERGEBNISSE

1. Korrelation zwischen Blutgasparameter und Alter

Die zum Alter in Bezug gesetzten Blutgasparameter nach dem 5000-Meter-Lauf nehmen mit steigendem Durchschnittsalter an Höhe zu. Der Grad des Zusammenhangs zwischen dem Alter und den einzelnen Blutgasparametern beträgt für pH $+0,694$, für das Standardbikarbonat $+0,709$, für die Basenabweichung $+0,732$; alle drei Koeffizienten sind auf dem $0,1\%$ -Niveau signifikant. Für $p\text{CO}_2$ beträgt $r = +0,329$. Er ist auf dem 5% -Niveau signifikant.

2. pH vor und nach dem 5000-Meter-Lauf

Vergleichen wir bei den einzelnen Altersgruppen die Ruhe-Mittelwerte, die durchwegs alle im Normbereich liegen, mit den Mittelwerten der entsprechenden Altersgruppen nach dem 5000-Meter-Lauf, so beträgt der pH-Wert in der Gruppe der 55- bis 60jährigen $7,420 \pm 0,033$ in Ruhe und $7,328 \pm 0,024$ nach dem Lauf. Sie unterscheiden sich hochsignifikant ($p < 0,001$). Auch in der Gruppe der 61- bis 65jährigen finden wir einen signifikanten Unterschied auf dem 5% -Niveau.

In den Altersgruppen der 66- bis 70jährigen und der 71- bis 75jährigen liegen die Mittelwerte wohl unterhalb der Ruhewerte, zeigen aber keinen signifikanten Unterschied mehr.

In der Altersgruppe der 76- bis 92jährigen beträgt der Ruhe-pH $7,410 \pm 0,036$, nach dem Lauf liegt er mit $7,49 \pm 0,07$ deutlich über dem Ruhewert, wobei $p < 0,05$ ist.

Signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen nach dem Lauf finden sich beim Vergleich der jüngsten Gruppe mit den 71- bis 75jährigen ($p < 0,01$) und den 76- bis 92jährigen ($p < 0,001$), sowie beim Vergleich der ältesten Gruppe mit den 61- bis 65jährigen ($p < 0,01$), den 66- bis 70jährigen ($p < 0,01$) und den 71- bis 75jährigen ($p < 0,05$).

Der Vergleich der mittleren drei Altersgruppen miteinander ergab keine signifikanten Unterschiede, obwohl auch diese pH-Werte bei höherem Durchschnittsalter ebenfalls zunahmen.

3. CO_2 -Partialdruck vor und nach dem 5000-Meter-Lauf

Die Mittelwerte des pCO_2 -Drucks lagen nach dem Lauf in allen entsprechenden Altersgruppen deutlich unter den jeweiligen Ruhewerten, hochsignifikant bei den 55- bis 60jährigen und den 66- bis 70jährigen ($p < 0,001$), signifikant bei den 61- bis 65jährigen und 71- bis 75jährigen auf dem 1 %-Niveau, und bei der ältesten Gruppe auf dem 5 %-Niveau.

Hier boten die mittleren drei Altersgruppen sehr ähnliche Werte zwischen 32,84 mmHg und 32,92 mmHg. Bemerkenswert ist, daß der Korrelationskoeffizient für den Zusammenhang zwischen pCO_2 und Alter mit +0,329 am niedrigsten liegt.

4. Standardbikarbonat vor und nach dem 5000-Meter-Lauf

Vergleichen wir die Standardbikarbonat-Mittelwerte in Ruhe und nach dem Lauf, so finden wir in den ersten 3 Altersgruppen hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,001$), in den letzten beiden Altersgruppen keine Unterschiede, wobei diese Mittelwerte nach

dem Lauf (außer bei der höchsten Altersgruppe) unter den Ruhewerten lagen. Die größte Differenz weist die jüngste Altersgruppe auf. Hier betrug der Ruhewert $25,85 \pm 2,603$ mval/l, nach dem Lauf $16,27 \pm 1,383$ mval/l. Die Altersmittelwerte der nächsten beiden Altersgruppen lagen unter, die der beiden höchsten Altersgruppen im Normbereich. Davon lag bei den 76- bis 92jährigen der Bikarbonatwert mit $26,97 \pm 4,413$ über dem entsprechenden Ruhewert von $24,52 \pm 1,434$ mval/l.

Nach dem Lauf fanden sich innerhalb der verschiedenen Altersgruppen beim Vergleich der ersten beiden und der letzten beiden Gruppen sowie der mittleren drei Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede.

Deutlich verschiedene Mittelwerte ergab einmal der Vergleich zwischen der jüngsten Gruppe mit den 66- bis 70jährigen und den 71- bis 75jährigen auf dem 1 %-Niveau und mit der höchsten Altersgruppe auf dem 0,1 %-Niveau, andererseits der Vergleich zwischen der höchsten Altersgruppe mit den 61- bis 65jährigen auf dem 1 %-Niveau und mit den 66- bis 70jährigen auf dem 0,1 %-Niveau. Alle Mittelwerte nach dem Lauf zeigten mit Zunahme des entsprechenden Durchschnittsalters eine Zunahme ihres Wertes.

5. Base excess vor und nach dem 5000-Meter-Lauf

Der Base excess (BE), neben dem Standardbikarbonat der zweite metabolische Parameter, zeigte ebenso wie die Standardbikarbonatwerte außer in der ältesten Gruppe im Vergleich zu den Ruhe-Mittelwerten niedrigere Mittelwerte nach dem Lauf. Die mit dem jeweils höheren Durchschnittsalter auch

zunehmenden BE-Werte nach dem Lauf sind in den ersten 3 entsprechenden Altersgruppen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 % niedriger als die Ruhewerte. Davon war die Differenz bei den 55- bis 60jährigen mit einem Ruhewert von $+2,27 \pm 2,999$ mval/l und einem Mittelwert nach der Dauerleistung von $-9,86 \pm 1,69$ mval/l am größten.

In der Gruppe der 71- bis 75jährigen finden wir - im Gegensatz zum Standardbikarbonat, das in dieser Altersgruppe keinen signifikanten Unterschied aufweist - einen noch deutlich niedrigeren Mittelwert mit einer auf dem 1 %-Niveau bedeutsamen Signifikanz. Bei den 76- bis 92jährigen ergab sich kein nennenswerter Unterschied, jedoch lag hier der Mittelwert wie beim Standardbikarbonat mit $+3,34 \pm 5,156$ mval/l über dem Ruhewert von $+0,7 \pm 1,84$ mval/l.

Die Mittelwertunterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen nach dem Dauerlauf erbrachten, wiederum wie beim Standardbikarbonat, zwischen der jüngsten Gruppe und der der 66- bis 70jährigen sowie der der 71- bis 75jährigen einen signifikanten Unterschied von $p < 0,01$; die jüngste und älteste Gruppe wiesen einen Unterschied mit $p < 0,001$ auf. Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % fanden sich beim Vergleich der ältesten Gruppe mit den 61- bis 65jährigen und - auf dem 1 %-Niveau - mit den 66- bis 70jährigen. Die mittleren 3 Altersgruppen untereinander und die jüngste Gruppe, verglichen mit der nächsthöheren, wiesen keinen bedeutsamen Unterschied in den BE-Mittelwerten auf.

6. Altersunabhängige Korrelation zwischen Blutgasparameter und Laufzeit

Um die Frage zu beantworten, ob eine Beziehung zwischen der Höhe eines oder mehrerer Blutgasparameter und der Laufzeit als relatives Maß der erzielten Leistung besteht, gingen wir folgendermaßen vor: Es wurden zunächst die Korrelationskoeffizienten der verschiedenen Parameter zur Laufzeit errechnet. Diese Korrelationskoeffizienten betragen für den pH +0,660, für das Standardbikarbonat +0,748 und für den BE +0,903, wobei die Irrtumswahrscheinlichkeit 0,1 % beträgt.

Nur beim $p\text{CO}_2$ fand sich kein signifikanter Zusammenhang zur Laufzeit. Diese Korrelationen werden sicher durch das zunehmende Alter der Probanden beeinflusst, da die in den jeweiligen Altersgruppen errechneten Durchschnittslaufzeiten bei höherem Alter ebenfalls zunehmen (Tabelle 2). So betrug die Durchschnittszeit der jüngeren Läufer 23,9, die der älteren 38,357 min. Diese Abhängigkeit der Laufzeit vom Alter drückt sich im Korrelationskoeffizienten $r = +0,787$ ($p < 0,001$) aus. Innerhalb der einzelnen Altersgruppen wurde, außer in der höchsten Gruppe, kein Zusammenhang zwischen Laufzeit und Lebensalter gefunden.

Sollte innerhalb der Altersgruppen eine echte Korrelation zwischen Laufzeit und einem Parameter gefunden werden, so müßte dieser Zusammenhang unabhängig vom Lebensalter sein. Tatsächlich konnten beim pH in den mittleren Altersgruppen folgende Werte aufgedeckt werden: Bei den 61- bis 65jährigen ein $r = +0,759$, bei den 66- bis 70jährigen ein $r = +0,701$ (beide auf dem 5 %-Niveau signifikant), und bei den 71- bis 75jährigen ein $r = +0,852$ ($p < 0,001$).

In der jüngsten und der ältesten Gruppe fanden sich keine signifikanten Korrelationen. Bei den übrigen Parametern ergaben sich einzelne, wahrscheinlich zufällige Zusammenhänge. So fand sich bei den 71- bis 75jährigen eine Korrelation sowohl zwischen Standardbikarbonat und Zeit ($r = +0,703$) als auch zwischen BE und Zeit ($r = +0,673$) auf dem 5 %-Niveau. Bei den 66- bis 70jährigen besteht ein einziger Zusammenhang zwischen pCO_2 und Zeit ($r = -0,638$), dabei ist $p < 0,05$. In den restlichen Altersgruppen ergaben sich keine weiteren Zusammenhänge zwischen Parametern und Zeit.

7. Die Blutgasparameter vor und nach 100-Watt-Belastung

Um einen Vergleich zwischen der erschöpfenden Dauerleistung und einer submaximalen Leistung anzustellen, wurden die Blutgasparameter nach einer 6 Minuten dauernden Fahrradergometrie bei einer Belastung mit 100 Watt gemessen. Mit diesen Werten wurde rechnerisch genau so verfahren wie beim 5000-Meter-Lauf. Alle Mittelwerte nach der 100-Watt-Belastung werden wiederum mit den Ruhe-Mittelwerten der entsprechenden Altersgruppe verglichen und zusätzlich zwischen den verschiedenen Altersgruppen die Mittelwerte der 100-Watt-Belastung untereinander. Alle Blutgasparameter nach 100-Watt-Belastung liegen - mit einer Ausnahme - mehr oder weniger unter den Ruhe-Mittelwerten. Nur der pH-Wert der 72- bis 92jährigen liegt, nicht signifikant unterschiedlich, etwas über dem Ruhewert.

Der pH-Parameter zeigt nur bei den 71- bis 75jährigen einen signifikanten Unterschied auf dem

5 %-Niveau zum entsprechenden Ruhe-Mittelwert. Der Vergleich der verschiedenen Altersgruppen nach der 100-Watt-Belastung ergibt bei den 66- bis 70jährigen einen auf dem 5 %-Niveau signifikanten Unterschied zur benachbarten niedrigeren und höheren Altersgruppe.

Unterschiede des CO_2 -Drucks mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ ergeben sich in den ersten 3 entsprechenden Altersgruppen; in den beiden letzten findet sich kein bedeutender Unterschied. Hier ergibt sich bei der Gruppe der 71- bis 75jährigen ein signifikant niedrigerer 100-Watt-Wert zur benachbarten jüngeren Gruppe ($p < 0,05$) und ein signifikant höherer Wert zur ebenfalls benachbarten älteren Gruppe ($p < 0,05$).

Die beiden metabolischen Parameter Standardbikarbonat und Base excess zeigen in den gleichen entsprechenden Altersgruppen signifikante Unterschiede der 100-Watt-Werte zu den Ruhewerten, in der Gruppe der 55- bis 60jährigen und der 71- bis 75jährigen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$, in der Gruppe der 66- bis 70jährigen mit $p < 0,001$. Der Vergleich der Mittelwerte nach der Ergometrie zwischen den Altersgruppen erbringt bei beiden Parametern, auf der einen Seite die Gruppe der 66- bis 70jährigen, auf der anderen die der 66- bis 70- und der 61- bis 65jährigen, einen noch deutlichen Unterschied, dabei ist $p < 0,05$. Zusätzlich ergibt sich beim Base excess noch ein Unterschied zwischen den 66- bis 70jährigen und 76- bis 92jährigen, ebenfalls mit $p < 0,05$.

8. Gegenüberstellung der einzelnen Ruhewerte und der Ergebnisse nach dem Lauf

Bei fast der Hälfte der Alterssportler konnte der Ruhewert dem Laufwert gegenübergestellt werden. In der folgenden Tabelle ist, nach Altersgruppen geordnet, die Anzahl der Wertänderungen der entsprechenden Parameter nach unten oder nach oben aufgeführt (siehe Abb. 9 - 12).

Parameter	Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Veränderungen		
		nach unten	keine	nach oben
pH	55 - 60	6	-	-
	61 - 65	3	-	2
	66 - 70	5	-	3
	71 - 75	2	1	4
	76 - 92	-	-	4
pCO ₂	55 - 60	6	-	-
	61 - 65	5	-	-
	66 - 70	8	-	-
	71 - 75	6	-	1
	76 - 92	2	-	2
Standard- bikarbonat	55 - 60	6	-	-
	61 - 65	4	-	1
	66 - 70	8	-	-
	71 - 75	3	-	4
	76 - 92	-	-	4
Base excess	55 - 60	6	-	-
	61 - 65	4	-	1
	66 - 70	8	-	-
	71 - 75	3	-	4
	76 - 92	1	-	3

V. DISKUSSION

Blutgasanalytische Meßwerte bei Alterssportlern wurden bisher nur spärlich mitgeteilt, dagegen liegen entsprechende Daten von jüngeren Sportlern zahlreicher vor.

So fand JUNG bei 6 Langstrecklern mit einem Durchschnittsalter von 25,5 Jahren für den pH 7,275, für das Standardbikarbonat 14,2 bis 14,9 mval/l, für $p\text{CO}_2$ 32,5 mmHg und für Base excess (BE) -9,6 bis -10,8 mval/l als Mittelwert unter maximaler Belastung.

Die von uns in der Altersgruppe der 55- bis 60jährigen untersuchten Werte betrugen dagegen für den pH $7,328 \pm 0,024$, für Standardbikarbonat $16,24 \pm 1,383$ mval/l, für $p\text{CO}_2$ $27,9 \pm 3,932$ mmHg und für BE $-9,86 \pm 1,69$ mval/l. Das heißt, die Parameter pH und Standardbikarbonat liegen bei den von JUNG untersuchten jüngeren Läufern niedriger, der CO_2 -Druck höher als bei unseren 55- bis 60jährigen. Im Vergleich zu unseren übrigen Altersgruppen liegt jedoch der durchschnittliche CO_2 -Druck bei den jüngeren Läufern etwas niedriger. Der Mittelwert des BE der 55- bis 60jährigen entspricht fast dem der jungen Läufer.

Ansonsten liegen alle anderen Durchschnittswerte der Parameter pH, Standardbikarbonat, $p\text{CO}_2$ und BE in den Altersgruppen jenseits des 60. Lebensjahres deutlich über denen der jüngeren Läufer.

DOLL hat vergleichende blutgasanalytische Untersuchungen an 20- bis 30jährigen Normalpersonen und 15- bis 30jährigen Sportlern nach ergometrischer Belastung unter vita-maxima-Bedingungen durchgeführt. Er fand in der dritten Minute nach Abbruch der Belastung bei den Normalpersonen einen pH von 7,284, das Standard-

bikarbonat mit 15,1 mval/l, pCO_2 mit 26,3 mmHg und BE mit -12,75 mval/l. Die Aufteilung der Sportler in Erwachsene und Jugendliche ergab für die Erwachsenen folgende Werte: pH 7,327, Standardbikarbonat 18,4 mval/l, pCO_2 33,3 mmHg und BE 7,7 mval/l. Die Werte der Jugendlichen lagen im Sinne einer fast dekompensierten metabolischen Azidose noch niedriger: pH 7,30, Standardbikarbonat 16,8 mval/l, pCO_2 30,5 mmHg, BE -10,22 mval/l.

Mit unseren Meßwerten verglichen, kommen die Meßwerte der 55- 60jährigen denen der Jugendlichen näher. Der Vergleich der übrigen Altersgruppen ergibt höhere Werte aller Parameter (siehe Tabelle 1 und 9 - 12).

Auch die von METZNER und Mitarbeitern gefundenen Mittelwerte von pCO_2 und pH bei je 8 25jährigen, trainierten und untrainierten Personen zeigen bei den Untrainierten einen niedrigeren pH von $7,195 \pm 0,015$ bei annähernd gleichem pCO_2 von $29,7 \pm 4,9$ mmHg in der dritten Minute nach Belastung mit dem Fahrradergometer unter vita-maxima-Bedingungen. Bei den trainierten Personen betrug der pH $7,211 \pm 0,053$ und der Kohlensäuredruck $29,6 \pm 3,1$ mmHg. Auch diese Meßwerte spiegeln die gleiche Tendenz wie in den obigen Vergleichen mit der Altersgruppe der 55- bis 60jährigen wider; der pCO_2 -Mittelwert liegt etwas darüber, der pH deutlich darunter.

Eine noch größere metabolische Azidose wurde bei 8- bis 9jährigen Jungen nach einem 800-Meter-Lauf, der für dieses Alter als Dauerbelastung angesehen werden kann, von KLINT und Mitarbeitern gefunden (pH 7,213, Standardbikarbonat 14,2 mval/l, pCO_2 29,1 bis 30,1 mmHg, BE 14,4 mval/l). Die pH- und BE-Werte aus der genannten Studie liegen deutlich unter allen

oben angegebenen Messungen. Gleichzeitig wurden die Laktat- und die Pyruvatkonzentration gemessen, die in den beiden metabolischen Komponenten, dem Standardbikarbonat und dem sehr hohen BE, ihren Ausdruck finden.

BRINGMANN fand bei seinen leistungsphysiologischen Untersuchungen an Alterssportlern, die im 8. Lebensjahrzehnt standen, nach erschöpfender Arbeit ausgeprägte metabolische Azidosen im Bereich pH 7,3⁴ bis 7,2⁴ und BE -1 bis -9 mval. Im Vergleich dazu lag bei unseren 71- bis 75jährigen nach dem Langlauf der pH im Bereich 7,5³ bis 7,3³ und der BE bei -10,4 bis +6,8 mval/l.

Die bei gut trainierten Alterssportlern von uns erhobenen blutgasanalytischen Meßwerte zeigen eine deutliche Altersabhängigkeit bei allen Blutgasparametern. Vergleichen wir die in der Literatur angegebenen Meßdaten jüngerer, ausdauertrainierter Sportler, gewonnen nach erschöpfender Arbeit, so werden unsere Befunde bestätigt. Auch bei den wesentlich jüngeren Altersgruppen, die die 8- bis 30jährigen männlichen Sportler umfassen, gilt der Zusammenhang Alter - Blutgasparameter nach einer Dauerleistung.

Nach HOLLMANN sind die Voraussetzungen einer Dauerleistung erfüllt, wenn es sich um eine dynamisch positive Arbeit großer Muskelgruppen handelt, mindestens jedoch von einem Sechstel bis einem Siebtel der gesamten Skelettmuskulatur, bei einer Belastungsintensität von mindestens 50 % der individuellen maximalen Kreislaufleistungsfähigkeit und einer Belastungsdauer von mindestens 5 Minuten. Für die Ausdauer ist das kardiopulmonale System von leistungsentscheidender Bedeutung. Dies gilt sowohl für eine

erschöpfende Belastung am Fahrradergometer als auch für die Dauerleistung bei einem 5000-Meter-Lauf.

Das zuverlässigste Kriterium der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit ist nach HILL die maximale Sauerstoffaufnahme. Der Energiebedarf, welcher über die maximale O_2 -Aufnahme hinausgeht, kann nur noch über anaerobe Stoffwechselvorgänge gedeckt werden, deren Endprodukt das Laktat ist. Leistungseinschränkende Faktoren für die O_2 -Aufnahme können unter anderem die Ventilation, die Diffusion, das Herzminutenvolumen oder die zelluläre metabolische Kapazität in der Arbeitsmuskulatur sein. Mit zunehmendem Alter wirken diese Faktoren leistungsmindernd. Personen, die sich ein Leben lang sportlich betätigen, sind im Alter in höherem Maße befähigt, überdurchschnittliche Leistungen aufgrund ihrer körperlichen Verfassung zu vollbringen, wie verschiedene Untersuchungen zeigen. Auch das von uns untersuchte Kollektiv erbrachte, auf den Altersdurchschnitt bezogen, überdurchschnittliche Leistungen, die auf ein lebenslanges Training und damit auf einen hervorragenden Zustand der kardiopulmonalen Organe gründen. In einem ähnlich zusammengestellten Kollektiv fanden GÜNTHER und LANG einen Zusammenhang zwischen Alter und Vitalkapazität, wobei im Vergleich zu Untrainierten gleicher Alterskollektive die Vitalkapazität höher lag. Auch die absolute Sekundenkapazität erbrachte eine ähnliche Tendenz.

Welche organischen und stoffwechselbedingten Reserven durch ein kontinuierliches Training von schon älteren Menschen erworben werden können, zeigen die Untersuchungen von LIESEN und Mitarbeitern an 55- bis 70jährigen Männern nach einem 10- bis 12wöchigen Training in ausdauerfördernden Sportarten. Es kommt

zu einer hochsignifikanten Zunahme der maximalen O_2 -Aufnahme, während die intramuskuläre Laktatbildung nach vorgegebener Leistung deutlich abnimmt. Dadurch reduziert sich die anaerobe Energiebereitstellung. Ausserdem steigt die Aktivität der aerob wirksamen Enzyme und der Glykogengehalt des trainierten Muskels an.

Die gleichzeitig angestellten Vergleiche mit alten, ein Leben lang trainierenden Langstreckenläufern deckten bei diesen die höchsten maximalen O_2 -Aufnahmewerte und die niedrigsten Laktatspiegel auf. Nach LIESEN verbessern die erhöhte aerobe Enzymaktivität und das intramuskulär vermehrte Glykogen die Ausdauer, der Sauerstoff kann besser ausgenutzt werden, die lokale aerobe Ausdauer der trainierten Muskulatur ist größer, und die anaerobe Energiebereitstellung wird bei gegebener Belastung zurückgedrängt.

Auf Ausdauer trainierte Alterssportler zeichnen sich durch ein höheres maximales Herzschlagvolumen und maximales Herzminutenvolumen, also durch bessere organische Leistungsreserven, aus, zumal auch das Atemminutenvolumen, der Atemäquivalentwert und die Pulsfrequenz bei vorgegebener Arbeitsleistung niedrig bleiben. Nur im 8. Lebensjahrzehnt ist der Quotient Herzvolumen/Körpergewicht nicht signifikant größer. Zusätzlich leistungslimitierend wirken noch - eine normale Herzleistungsfähigkeit vorausgesetzt - das intrazelluläre O_2 -Angebot und die zelluläre metabolische Kapazität.

Aufgrund dieser Voraussetzung ist bei den Probanden der beiden ältesten Gruppen unseres Untersuchungs-gutes die Diskrepanz der sehr guten Dauerleistung auf der 5000-Meter-Strecke und der nur bei wenigen

Teilnehmern vorhandenen metabolischen Azidose erklärbar. Offensichtlich reichen die antrainierten Leistungsreserven der Alterssportler aus, unter voller Ausnutzung der aeroben Energiebereitstellung eine herabgesetzte zelluläre metabolische Kapazität zu kompensieren. Andererseits verhindern leistungslimitierende organische Faktoren wie die im Alter naturgemäß zunehmende Thoraxstarre, die Abnahme des labilen Kollagens im elastischen Lungengewebe, das zunehmende Residualvolumen, die herabgesetzte Kraft der Atemmuskulatur und anderes mehr eine zu große Beanspruchung der anaeroben Energie und damit eine vielleicht für den älteren Organismus doch gesundheitsschädigende metabolische Azidose.

Die von uns untersuchten Altersgruppen der 55- bis 60jährigen, der 61- bis 65jährigen sowie der 66- bis 70jährigen lassen in ihrer Parameterkonstellation deutlich die teilweise kompensierte metabolische Azidose erkennen. Demzufolge ist deren zelluläre metabolische Kapazität noch fast vollständig erhalten, die der 55- bis 60jährigen gleicht sogar der der 15- bis 30jährigen. Diese Arbeitsazidose ist ein Ausdruck der Leistungsfähigkeit unserer Alterssportler, wobei die etwas niedrigen pH-Werte der jugendlichen Sportler auf deren größere Arbeitsintensität und weniger auf die Arbeitsdauer zurückzuführen sind (5). Anders ausgedrückt beeinflusst der Leistungsstand eines Menschen das Ausmaß der pH-Veränderungen bei vergleichbarer körperlicher Arbeit (12). Die biologisch natürliche Abnahme des Leistungsstandes mit zunehmendem Alter findet in unseren ansteigenden pH-Werten ihren Ausdruck. Da die Höhe der metabolischen Blutgasparameter hauptsächlich abhängt von der Höhe des Laktat-Pyruvat-Spiegels, ist auch der ausdauer-

trainierte Alterssportler mit zunehmendem Alter immer weniger in der Lage, die Möglichkeit der anaeroben Energiegewinnung zur Leistungserhöhung auszunützen.

Die Höhe des pH-Wertes wird nicht nur durch die metabolischen Parameter, sondern auch durch den CO_2 -Druck als respiratorische Komponente bestimmt. Jeder pCO_2 -Abfall des Blutes wird hauptsächlich durch Hyperventilation hervorgerufen. Die Fähigkeit, eine metabolische Azidose durch Abatmung von CO_2 teilweise zu kompensieren, ist bei den von uns Untersuchten in allen Altersgruppen vorhanden. Bemerkenswert ist, daß in den mittleren drei Altersgruppen der pCO_2 nach der Dauerleistung gleich hoch ist, möglicherweise als Ausdruck einer gleichwertigen respiratorischen Kompensationsmöglichkeit dieser drei Altersgruppen. Die respiratorische Kompensationsmöglichkeit der 55- bis 60jährigen entspricht der der jugendlichen Sportler.

Bei den ältesten Laufteilnehmern fallen uns die im alkalischen Bereich liegenden metabolischen Parameter und der hohe pH von 7,49 auf. Es liegt hier eine teilweise kompensierte respiratorische Alkalose vor. Wahrscheinlich führte die körperliche Anstrengung aufgrund der Hypoxie der Stoffwechselsteigerung, bei wenigen Probanden auch zusätzlich durch eine metabolische Azidose, zu einer extremen Hyperventilation.

Die mittleren Meßdaten unserer Probanden nach submaximaler Belastung zeigen uns den Zustand einer meist vollständig kompensierten metabolischen Azidose. Nur die 65- bis 70jährigen bieten eine teilweise kompensierte Azidose. Bemerkenswert ist die Kompensationsfähigkeit der ältesten Gruppe, die keinen Unterschied zu den übrigen Altersgruppen erkennen läßt.

Bei einem 5000-Meter-Lauf ist die Belastung für das kardiopulmonale System bei über 55jährigen erheblich. Dabei spielt neben der ventilatorischen Leistungsfähigkeit auch die Fähigkeit der anaeroben Energiebereitstellung für die Leistung eine große Rolle. Daher stellte sich die Frage, ob zwischen der Laufzeit als relatives Maß der erbrachten Leistung und den Blutgasparametern ein Zusammenhang bestünde. Wir bestimmten zunächst die Korrelation zwischen Alter und Zeit in den einzelnen Altersgruppen. Außer in der ältesten Gruppe fand sich keine Korrelation zwischen Alter und Zeit, so daß bei der Betrachtungsweise der einzelnen Altersgruppen ohne Berücksichtigung der 76- bis 92jährigen der Einfluß des Alters bis zu einem gewissen Maß ausgeschlossen werden konnte. Wir fanden in den Gruppen der 61- bis 65jährigen, der 66- bis 70jährigen und der 71- bis 75jährigen bedeutsame positive Korrelationen zwischen Laufzeit und pH-Werten auf dem 5 %-Niveau. Die bei einzelnen Altersgruppen auftretenden Zusammenhänge der übrigen Parameter mit der Laufzeit sehen wir als zufällig an. Das bedeutet, daß wir bei drei von fünf untersuchten Altersgruppen eine Korrelation zwischen pH-Werten und Laufzeiten finden konnten. Der Zusammenhang zwischen Laufzeit und pH-Wert überrascht nicht, wenn, wie oben schon erwähnt, der Leistungsstand eines Menschen das Ausmaß der pH-Veränderungen bei vergleichbarer körperlicher Arbeit beeinflusst.

VI. SCHLUSSFOLGERUNG

Der jugendliche Organismus kann während einer maximalen Dauerleistung eine größere metabolische Azidose erreichen als der ältere. Mit zunehmendem Alter nimmt mit der Leistung auch die Fähigkeit ab, eine extreme metabolische Azidose einzugehen.

Der für das Alter unserer Probanden hohe Leistungsstandard ist auf die vermehrte kardiopulmonale Leistungsbreite aufgrund jahrelangen Ausdauertrainings zurückzuführen. Der Organismus der 55- bis 60jährigen toleriert eine metabolische Azidose, wie man sie bei 25- bis 30jährigen findet. Mit zunehmendem Alter nähern sich die Blutgasparameter den Normalwerten nach maximaler Belastung. Die Leistung ist im Vergleich zu den jüngeren Altersgruppen geringer, setzt man aber die Leistung in Relation zum jeweiligen hohen Alter des Probanden, so steht die erzielte Leistung weit über dem Durchschnitt.

Wir sehen darin einen Beweis, daß durch lebenslanges Ausdauertraining der bei Dauerbelastung beanspruchten Organe die natürliche Alterung des Organismus kompensiert werden kann, und dies zu sportlichen Leistungen führt, die eine Selbstbestätigung im Alter bringen können.

Gleichzeitig müssen wir jedoch bei kritischer Betrachtung der teils extremen Ergebnisse einzelner Alterssportler, vor allem in den höheren Altersgruppen, die Frage stellen, ob die teilweise weit von der Norm abweichenden Werte nach maximaler Wettkampfbelastung eine Gefährdung der Alterssportler darstellen könnten. Wir glauben, daß im Alter eine Dauerleistung ohne Wettkampfcharakter eher der Gesundheit dient als eine im Wettkampf provozierte maximale Leistung. Sie wird

zwar durch Überschreiten natürlicher bzw. altersbedingter Leistungsgrenzen erreicht, könnte aber innerhalb kurzer Zeit zu schweren gesundheitlichen Schäden führen. Lediglich die Gruppe der 55- bis 60jährigen scheint aufgrund ihrer noch vorhandenen Anpassungsfähigkeit an eine extreme metabolische Azidose in der Lage zu sein, Dauerleistungen unter Wettkampfbedingungen zu erbringen.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden blutgasanalytische Untersuchungen an 97 Männern zwischen dem 55. und 92. Lebensjahr vorgenommen, die lebenslang vor allem Ausdauersportarten betrieben hatten und sich an einem 5000-Meter-Lauf beteiligten.

Unter den Bedingungen des extraklinischen Labors wurden pH, $p\text{CO}_2$, Standardbikarbonat und Base excess in Ruhe, nach Belastung mit 100 Watt sowie 1 bis 3 Minuten nach dem 5000-Meter-Lauf gemessen.

Die Untersuchungen ergaben folgendes:

1. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Alter und Blutgaswerten. Der Grad des Zusammenhangs ergab, gemessen am Korrelationskoeffizienten r, folgende Ergebnisse:

für pH	+0,694	($\alpha < 0,001$)
für $p\text{CO}_2$	+0,320	($\alpha < 0,05$)
für Standardbikarbonat	+0,709	($\alpha < 0,001$)
für Base excess	+0,732	($\alpha < 0,001$)

2. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen erreichter Laufzeit und pH. Der Grad des Zusammenhangs konnte, nach Ausschluß des Alterseinflusses auf die Laufzeit in den einzelnen Altersgruppen, bei den 61- bis 65jährigen mit +0,759, bei den 66- bis 70jährigen mit +0,701 und bei den 71- bis 75jährigen mit +0,852 berechnet werden ($\alpha < 0,005$).

Damit konnte bestätigt werden, daß die pH-Höhe nach vergleichbarer körperlicher Belastung beeinflußt wird durch den Leistungsstand des Menschen.

3. Beim Vergleich unserer Meßdaten mit denen anderer Autoren, gewonnen bei wesentlich jüngeren Sportlern, ergibt sich auch dort eine Abhängigkeit der Blutgasparameter vom Lebensalter. Dabei sind die Werte der von uns untersuchten 55- bis 60jährigen Alterssportler ähnlich den Werten von 20- bis 30jährigen Sportlern.

Die Zunahme der pH-, Standardbikarbonat- und Base excess-Werte bei zunehmendem Alter nach erschöpfender Arbeit muß dahingehend interpretiert werden, daß die zelluläre metabolische Kapazität der Muskulatur mit zunehmendem Alter abnimmt. Dennoch können gute Langlaufleistungen von Alterssportlern durch Ausschöpfen anderer Leistungsreserven erbracht werden. Dieser Befund wird auf das lebenslängliche, ganz auf aerobe Ausdauer ausgerichtete Lauftraining der Probanden zurückgeführt.

VIII. LITERATUR

1. BRINGMANN, W., M. SCHLEGEL, K. SCHNEIDER, L. FECHTER:
Leistungsphysiologische Untersuchungsergebnisse
an Alterssportlern,
Med. und Sport 14, 152 (1974)
2. BÜHLMANN, A. A., P. H. ROSSIER:
Klinische Pathophysiologie der Atmung,
Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 1970
3. COMROE, J. H.:
"Die Lunge". Klinische Physiologie und Lungenfunk-
tionsprüfung. 1972
4. DEUTSCHE, E., GEYER, G.:
Laboratoriumsdiagnostik, Normalwerte und Inter-
pretation,
A. Steinkopf, Berlin (1969)
5. DOLL, E., MAIWALD, REINDELL:
Das Verhalten von $p\text{CO}_2$, Kohlensäuredruck, pH,
Standardbikarbonat, BE im arteriellen Blut bei
verschiedenen Belastungsformen,
Int. Zeitschrift für angew. Physiologie einschl.
Arbeitsphysiologie, 22, 327 - 355 (1966)
6. GÜNTHER, D., u. LANG, E.:
Untersuchung zur Lungenfunktion bei auf Ausdauer
trainierten alten Männern,
Inaugural-Dissertation, Erlangen 1972
7. HASTINGS, B.:
Acid-base measurements: Introductory remarks.
Ann NY Acad. Sci 133, 15 - 24 (1966)

8. HILL, A. V., LONG, C. N. H., und H. LUPTON:
Muscular exercise, lactic acid, and the supply
and utilization of oxygen,
Parts I-III, IV-VI, VII-VIII, Proc. Roy. Soc.
London, 96, 438 and 455; 97, 84 and 155 (1924/1925)
9. HOLLEMANN, W., Köln:
Kriterien der kardialen und pulmonalen Leistungs-
grenzen,
"Ergebnisse der Ergometrie, 1975
10. HOLLEMANN, W., H. LIESEN:
Über den Trainingseinfluß auf kardio-pulmonale und
metabolische Parameter des älteren Menschen,
Sportarzt und Sportmedizin 7, 145 - 150 (1973),
8, 186 - 199 (1973)
11. JUNG, H., E. GARDEMAN:
Veränderungen im Säure-Basen-Status während und
nach maximaler Fahrradergometerarbeit im Liegen,
Sportarzt und Sportmedizin 9, 210 - 218 (1973),
10, 235 - 240 (1973),
12. KEUL, J., D. KEPPLER und E. DOLL:
Beziehung zwischen Standardbikarbonat, pH-Wert
und Laktat- und Pyruvatkonzentration im Blut
während und nach körperlicher Arbeit,
Dtsch. Med. Wochenschrift 92, 66 - 68 (1967)
13. KLINT, F., R. PANNIER, D. PANFLER und E. TUCH:
Körperliche Belastung acht- bis neunjähriger Kinder
durch 800-m-Lauf,
Schw. Zeitschr. f. Sportmedizin Heft 2, 57 (1973)

14. LIESEN, H., E. HEIKKINEN, H. SUOMINEN, D. MICHEL:
I. Effekt eines zwölfwöchigen Ausdauertrainings auf
die Leistungsfähigkeit und den Muskelstoffwechsel
bei untrainierten Männern des 6. und 7. Lebens-
jahrzehnts,
Sportarzt und Sportmedizin 2, 26 - 30 (1975)
15. METZNER, A. J. WILLMANN, E. GADERMANN:
Säure-Basengleichgewicht nach Maximalbelastung am
Fahrradergometer und nach sportlichem Wettkampf,
Med. Welt 40, 2161 - 2167 (1968)
16. MÜLLER - PLATHE, O.:
Säure-Basenhaushalt und Blutgase, Pathophysiologie
- Klinik - Methodik,
Thieme Verlag Stuttgart 1973
17. SACHS, L.:
Statistische Methoden,
Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York (1972)
S. 49, 50, 61, 81, 88
18. SCHWAB, M.:
Das Säure-Basengleichgewicht im arteriellen Blut und
Liquor cerebrospinalis bei chronischer Niereninsuf-
fizienz,
Klin. Wochenschrift 40, 767 (1962)
19. ULMER, W. T., REICHEL, G.:
Untersuchungen über die Altersabhängigkeit der
alveolären und arteriellen Sauerstoff- und Kohlen-
säuredrucke,
Klin. Wochenschrift 41, 1 - 6 (1963)
20. VERZAR, F.:
"Experimentelle Gerontologie"
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1965

Alters- gruppen in Jahren	Autoren	Art der Belastung	n	pH	Mittelwerte der Parameter pCO ₂ in mmHg	Stand.Bikarb. in mval/l	BE in mval
8 - 9	KLINT u. Mitarb.	800-Meter- Lauf		7,213	29,1-30,1	14,2	-14,4
16 - 28	METZNER u.Mitarb.	Ergom. (vita-max.)	148	7,211±0,053	29,6± 3,1	-	- (Trainierte)
25,5	JUNG u. Mitarb.	Ergom. (vita-max.)	6	7,196±0,015	29,7± 4,9	-	- (Untrain.)
15 - 30	DOLL u. Mitarb.	Ergom. (vita-max.)		7,275	32,5	14,2	-10,8
				7,300	30,5	16,8	-10,22(Jugendl.)
				7,327	33,3	18,4	- 7,70(Erw.)
55 - 60	eigene Unters.	5000-Meter- Lauf	7	7,328±0,024	27,9±3,932	16,27±1,383	-9,89±1,69

Tab. 1 Blutgasparameter in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Durchschnittsalter in Jahren	Mittelwerte der Laufzeiten in min. mit Standardabw.
55 - 60	7	58,3	23,914 ± 1,728
61 - 65	7	64,0	24,740 ± 1,998
66 - 70	10	67,9	28,295 ± 4,285
71 - 75	11	71,4	29,186 ± 5,159
76 - 92	12	81,8	38,357 ± 7,714

Tab. 2 Durchschnittsalter und mittlere Laufzeiten des 5000-Meter-Laufs
in den einzelnen Altersgruppen

Altersgruppe	pH	pCO ₂	Standard- Bikarbonat	Base excess
55- bis 60jährige	0,1	6,1	0,1	0,1
61- bis 65jährige	5	1	0,1	0,1
66- bis 70jährige	-	0,1	0,1	0,1
71- bis 75jährige	-	1	-	1
76- bis 92jährige	5	5	-	-

Tab. 3 Signifikanzniveau p (in %) der Mittelwertunterschiede der
Blutgasparameter beim Vergleich Ruhe - 5000-Meter-Lauf

1
3
3
1

Altersgruppen- vergleich	pH	pCO ₂	Standard- Bikarbonat	Base excess
55 - 60 / 61 - 65	-	-	-	-
55 - 60 / 66 - 70	-	-	1	1
55 - 60 / 71 - 75	1	5	1	1
55 - 60 / 76 - 92	0,1	5	0,1	0,1
61 - 65 / 66 - 70	-	-	-	-
61 - 65 / 71 - 75	-	-	-	-
61 - 65 / 76 - 92	1	-	1	1
66 - 70 / 71 - 75	-	-	-	-
66 - 70 / 76 - 92	1	-	0,1	0,1
71 - 75 / 76 - 92	5	-	-	-

Tab. 4 Signifikanz-Niveau p (in %) der Mittelwertunterschiede der Blutgasparameter der einzelnen Altersgruppen nach dem 5000-Meter-Lauf

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwert des pH und Standardabw. in Ruhe	Variationsbreite des pH	Durchschnitts- alter
55 - 60	22	7,420 $\pm$ 0,033	7,37 - 7,49	58
61 - 65	21	7,417 $\pm$ 0,038	7,37 - 7,50	63,1
66 - 70	22	7,421 $\pm$ 0,037	7,37 - 7,49	67,95
71 - 75	10	7,433 $\pm$ 0,043	7,39 - 7,53	71,7
76 - 92	5	7,410 $\pm$ 0,036	7,36 - 7,46	81,4

Tab. 5 pH-Ruhewerte der Altersgruppen

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des pCO ₂ in mmHg u. Standardabw.	Variationsbreite des pCO ₂ in mmHg ²	Durchschnitts- alter
55 - 60	22	41,71 ± 3,984	34,0 - 40,0	58
61 - 65	21	40,63 ± 4,528	26,0 - 48,6	63,1
66 - 70	22	41,38 ± 3,435	31,8 - 49,3	67,95
71 - 75	10	41,02 ± 4,675	34,8 - 48,7	71,6
76 - 92	5	39,90 ± 2,502	36,0 - 42,5	81,4

Tab. 6 pCO₂-Ruhewerte der Altersgruppen

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des Stand.-Bikarb. in mval/l u. Standardabw.	Variationsbreite des Stand.-Bikarb. in mval/l	Durchschnitts- alter
55 - 60	22	25,85 ± 2,603	2,15 - 29,8	58
61 - 65	21	25,36 ± 3,201	16,9 - 29,7	63,1
66 - 70	22	25,83 ± 2,938	19,5 - 30,5	67,95
71 - 75	10	26,26 ± 2,732	21,8 - 30,8	71,6
76 - 92	5	24,52 ± 1,434	22,6 - 26,1	81,4

Tab. 7 Standard-Bikarbonat-Ruhewerte der Altersgruppen

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des BE in mval u. Standardabw.	Variationsbreite des BE in mval	Durchschnitts- alter
55 - 60	22	+2,27 ± 2,999	-3,0 - +6,7	58
61 - 65	21	+1,68 ± 3,841	-9,1 - +7,4	63,1
66 - 70	22	+2,24 ± 3,434	-5,7 - +7,5	67,95
71 - 75	10	+2,79 ± 3,135	-2,5 - +7,8	71,6
76 - 92	5	+0,70 ± 1,840	-1,9 - +2,7	81,4

Tab. 8 Base excess-Ruhewerte der Altersgruppen

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des pH u. Standardabw. in Ruhe	Variationsbreite des pH	Durchschnitts- alter
55 - 60	7	7,328 $\pm$ 0,024	7,29 - 7,36	58,29
61 - 65	7	7,362 $\pm$ 0,068	7,26 - 7,44	64,0
66 - 70	10	7,380 $\pm$ 0,076	7,27 - 7,51	67,9
71 - 75	11	7,424 $\pm$ 0,073	7,33 - 7,53	71,4
76 - 92	12	7,490 $\pm$ 0,070	7,39 - 7,60	81,8

Tab. 9 pH nach 5000-Meter-Lauf in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des pCO_2 in mmHg u. Standardabw.	Variationsbreite des pCO_2 in mmHg ²	Durchschnitts- alter
55 - 60	7	27,90 $\pm$ 3,932	20,6 - 32,7	58,29
61 - 65	7	32,88 $\pm$ 6,284	23,2 - 41,0	64,0
66 - 70	10	32,92 $\pm$ 5,286	22,3 - 39,4	67,9
71 - 75	11	32,84 $\pm$ 5,060	26,6 - 40,0	71,4
76 - 92	12	34,16 $\pm$ 5,063	27,4 - 41,4	81,8

Tab. 10 pCO_2 nach 5000-Meter-Lauf in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des Stand.-Bikarb. in mval/l u. Standardabw.	Variationsbreite des Stand.-Bikarb. in mval/l	Durchschnitts- alter
55 - 60	7	16,27 $\pm$ 1,383	15,0 - 17,7	58,29
61 - 65	7	19,54 $\pm$ 4,415	13,8 - 26,2	64,0
66 - 70	10	20,25 $\pm$ 2,941	14,6 - 25,0	67,9
71 - 75	11	22,88 $\pm$ 5,166	15,9 - 32,0	71,4
76 - 92	12	26,97 $\pm$ 4,413	20,7 - 35,2	81,8

Tab. 11 Standard-Bikarbonat nach 5000-Meter-Lauf in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des BE in mval u. Standardabw.	Variationsbreite des BE in mval	Durchschnitts- alter
55 - 60	7	-9,86 $\pm$ 1,690	-11,7 - -7,3	58,29
61 - 65	7	-5,76 $\pm$ 5,704	-13,2 - +2,8	64,0
66 - 70	10	-4,62 $\pm$ 3,783	-12,2 - +1,2	67,9
71 - 75	11	-1,54 $\pm$ 6,320	-10,4 - +6,8	71,4
76 - 92	12	+3,34 $\pm$ 5,156	-4,0 - +12,7	81,8

Tab. 12 Base excess nach 5000-Meter-Lauf in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des pH u. Standardabw. in Ruhe	Variationsbreite des pH	Durchschnitts- alter
55 - 60	14	7,412 $\pm$ 0,040	7,35 - 7,48	58,15
61 - 65	17	7,414 $\pm$ 0,038	7,35 - 7,46	62,82
66 - 70	15	7,379 $\pm$ 0,043	7,28 - 7,47	67,9
71 - 75	7	7,387 $\pm$ 0,031	7,33 - 7,43	71,14
76 - 92	4	7,397 $\pm$ 0,047	7,33 - 7,43	81,0

Tab. 13 pH nach 100-Watt-Belastung in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des pCO_2 in mmHg u. Standardabw.	Variationsbreite des pCO_2 in mmHg	Durchschnitts- alter
55 - 60	13	$37,78 \pm 2,46$	33,7 - 42,0	58,15
61 - 65	17	$37,01 \pm 3,71$	29,7 - 44,3	62,82
66 - 70	15	$36,13 \pm 3,36$	30,0 - 40,0	67,9
71 - 75	7	$40,24 \pm 2,74$	37,1 - 44,4	71,14
76 - 92	4	$38,15 \pm 2,11$	36,2 - 41,0	81,0

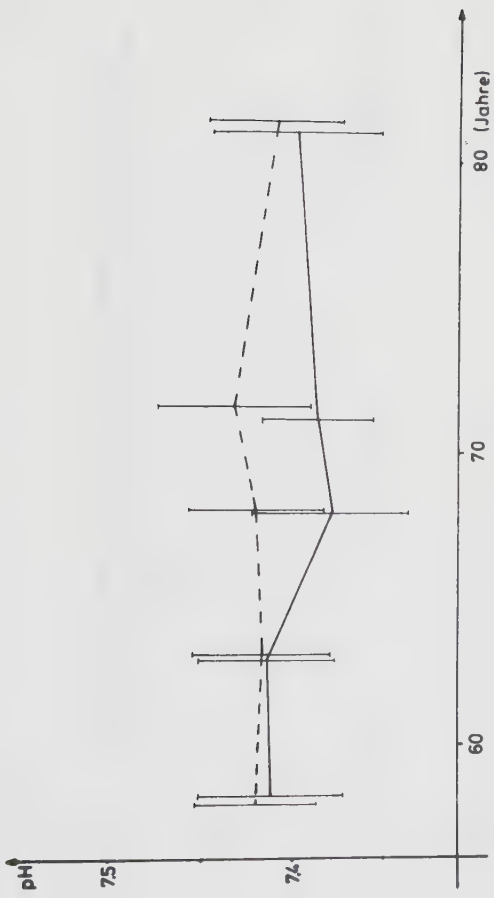
Tab. 14 pCO_2 nach 100-Watt-Belastung in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des Stand.-Bikarb. in mval/l u. Standardabw.	Variationsbreite d. Stand.-Bikarbon. in mval/l	Durchschnitts- alter
55 - 60	13	23,68 $\pm$ 2,09	20,5 - 27,4	58,15
61 - 65	17	23,51 $\pm$ 3,07	17,5 - 28,0	62,82
66 - 70	15	21,43 $\pm$ 2,62	17,0 - 27,3	67,9
71 - 75	7	23,29 $\pm$ 1,50	21,2 - 25,6	71,14
76 - 92	4	23,12 $\pm$ 2,89	19,4 - 22,4	81,0

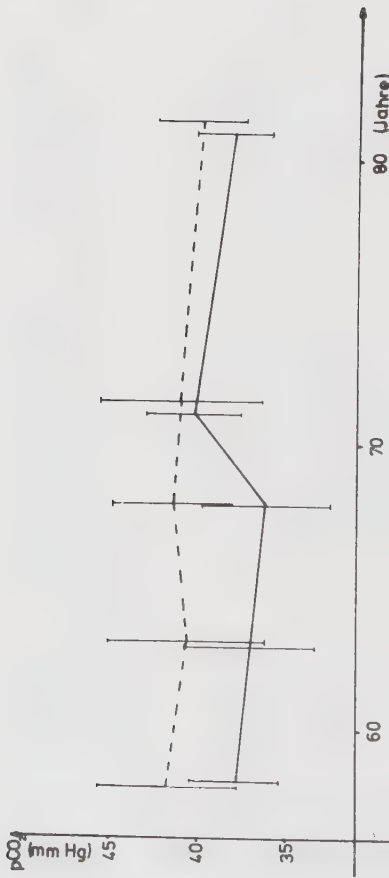
Tab. 15 Standard-Bikarbonat nach 100-Watt-Belastung in Abhängigkeit vom Alter

Altersgruppen in Jahren	n	Mittelwerte des BE in mval u. Standardabw.	Variationsbreite des BE in mval	Durchschnitts- alter
55 - 60	13	-0,323 ± 2,578	-4,3 - +4,2	58,15
61 - 65	17	-0,470 ± 3,765	-8,2 - +4,9	62,82
66 - 70	15	-3,2 ± 3,356	-8,9 - +4,2	67,9
71 - 75	7	-0,686 ± 1,838	-3,5 - +2,1	71,14
76 - 92	4	+1,950 ± 3,221	-6,0 - +2,7	81,0

Tab. 16 Base excess nach 100-Watt-Belastung in Abhängigkeit vom Alter



----- = in Ruhe
———— = nach Belastung
Abb. 1 pH unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung
(100 Watt) in Abhängigkeit vom Alter

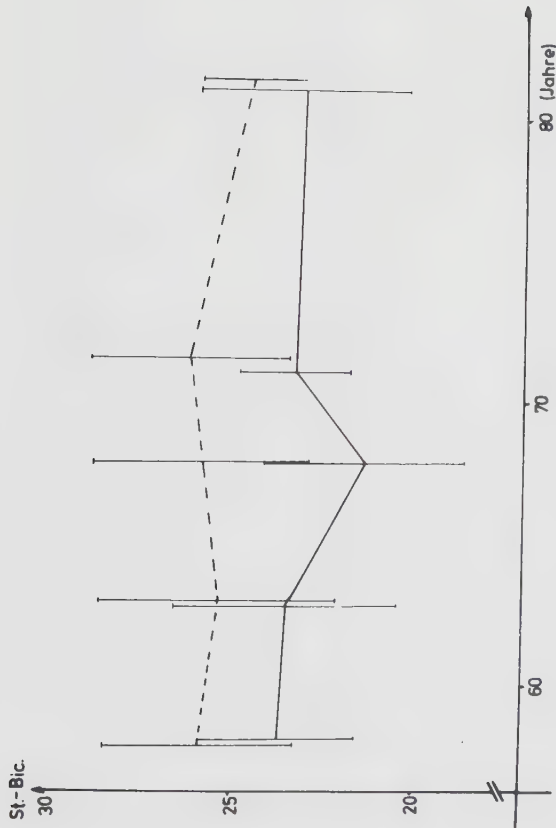


----- = in Ruhe

———— = nach Belastung

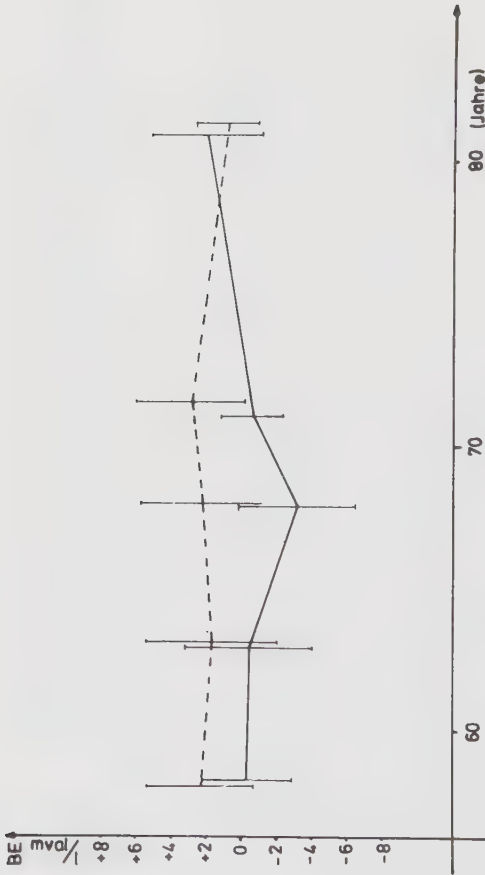
CO₂-Partialdruck unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (100 Watt) in Abhängigkeit vom Alter

Abb. 2



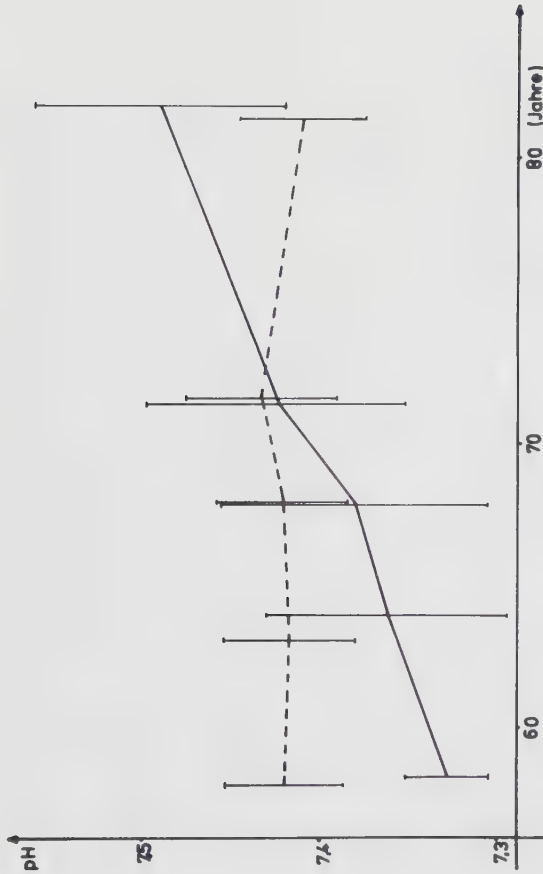
----- = in Ruhe
 _____ = nach Belastung

Abb. 3 Standardbikarbonat unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (100 Watt) in Abhängigkeit vom Alter



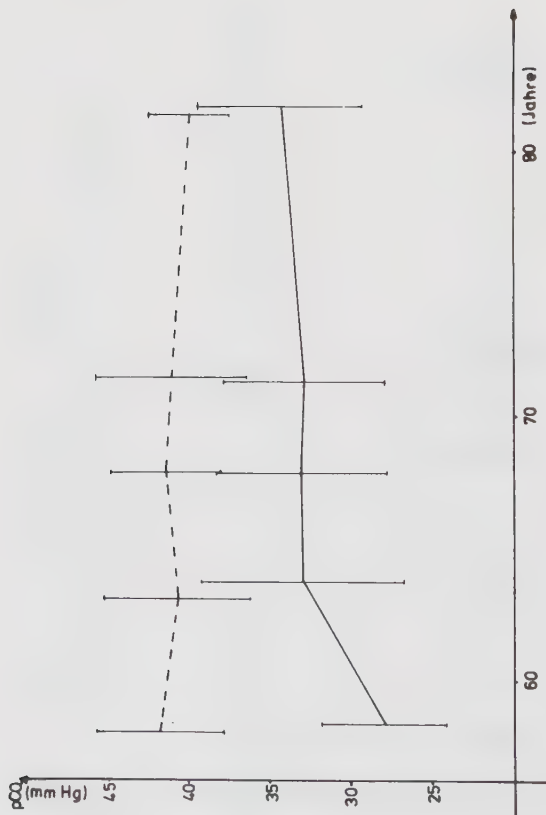
----- = in Ruhe
 ————— = nach Belastung

Abb. 4 Base excess unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (100 Watt) in Abhängigkeit vom Alter



----- = in Ruhe
 ----- = nach Belastung

Abb. 5 pH unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (5000 m) in Abhängigkeit vom Alter



----- = in Ruhe
 ————— = nach Belastung

Abb. 6 CO₂-Partialdruck unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (5000 m) in Abhängigkeit vom Alter

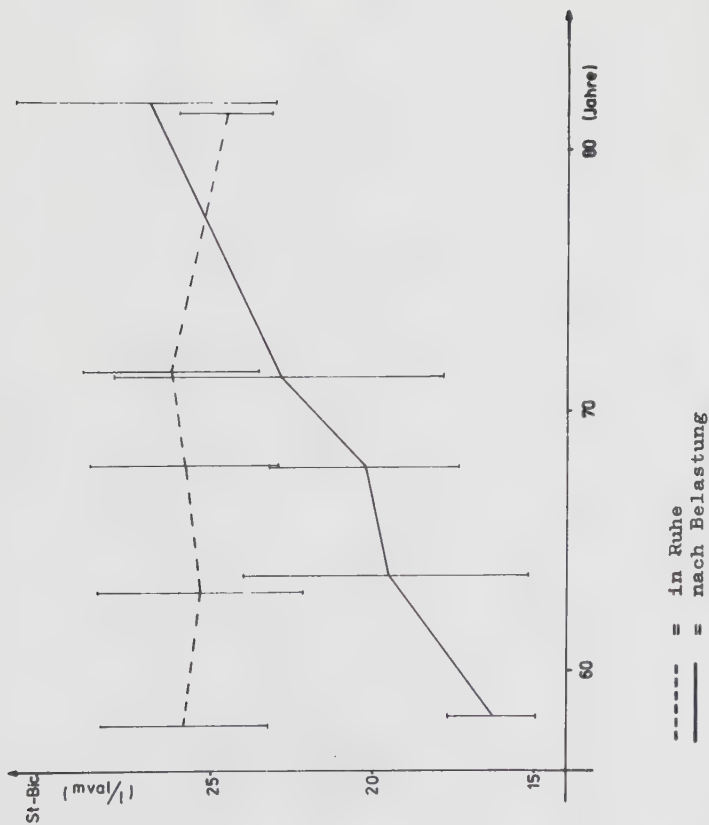
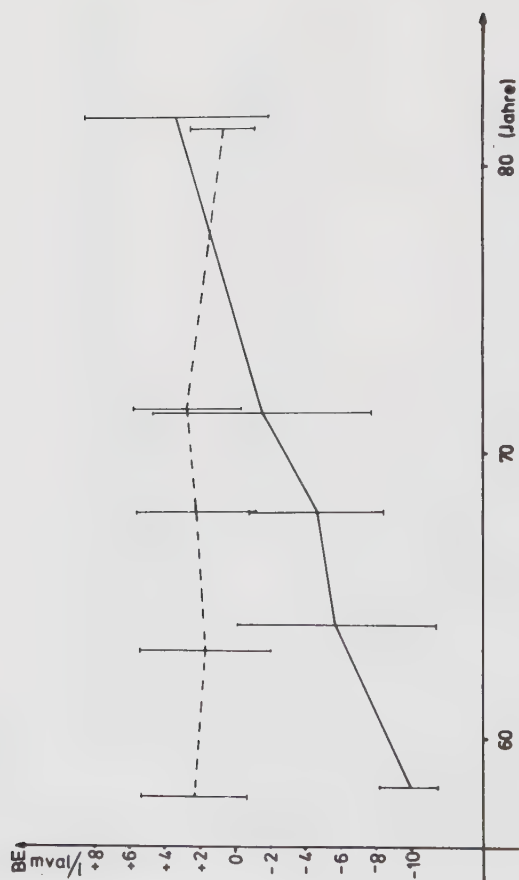


Abb. 7 Standard-Bikarbonat unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (5000 m) in Abhängigkeit vom Alter



----- = in Ruhe
 ————— = nach Belastung
 Base excess unter Ruhebedingungen sowie unter körperlicher Belastung (5000 m) in Abhängigkeit vom Alter

Abb. 8

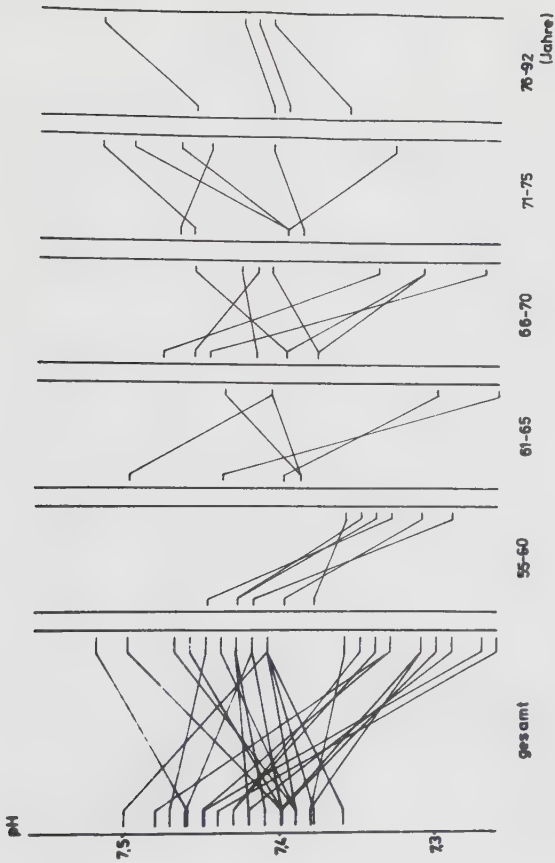


Abb. 9' pH in Ruhe und nach 5000-m-Lauf

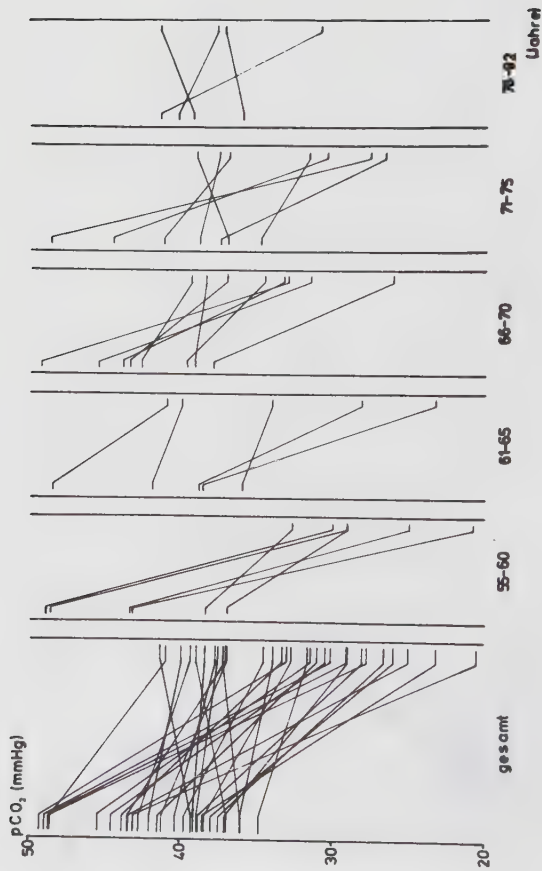


Abb. 10 CO_2 -Partialdruck in Ruhe und nach 5000-m-Lauf

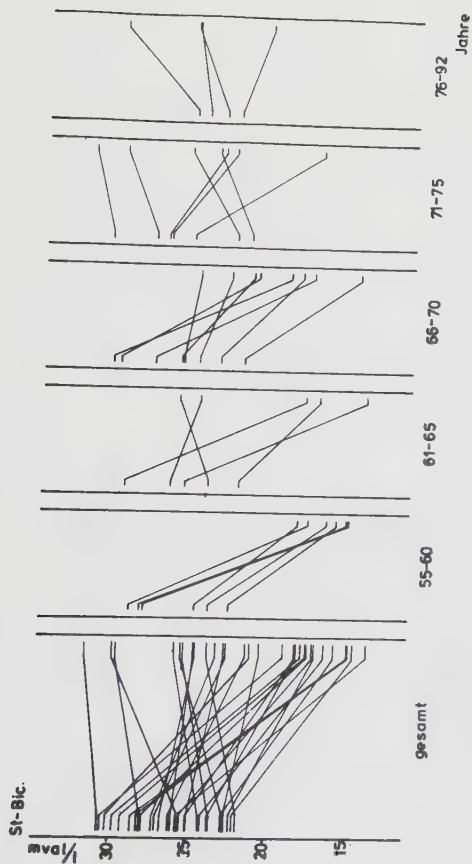


Abb. 11 Standard-Bikarbonat in Ruhe und nach 5000-m-Lauf

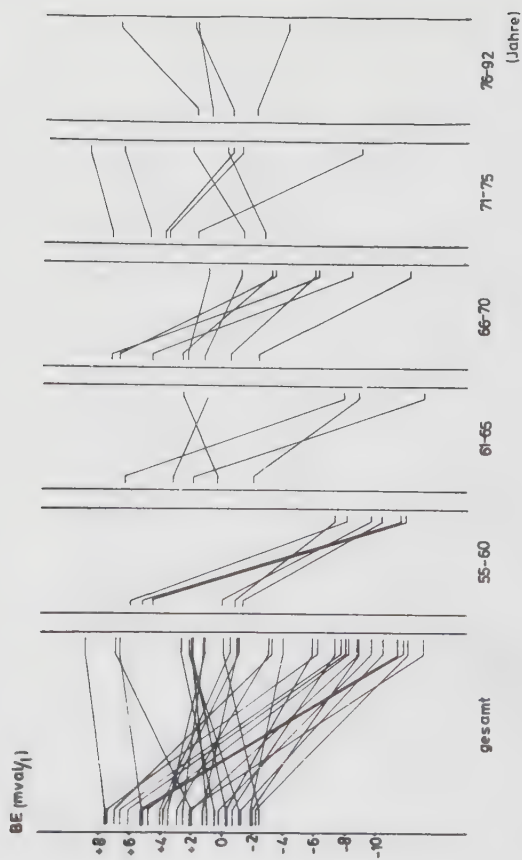


Abb. 12 Base excess in Ruhe und nach 5000-m-Lauf

Tabelle 17

Tabelle mit den Meßdaten der Untersuchten

Nr.	Name	Alter	Hb in g/dl	Ruhewerte					nach 100-W-Bel.					nach 5000-m-Lauf					Laufzeit
				pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval				
1	M.L.	55	15,9															23,033	
2	P.G.	55	12,9	41,2	7,43	26,2	+2,8												
3	O.E.	56	13,1	43,6	7,38	24,2	+0,3	35,7	7,37	20,5	-4,3								
4	S.H.	57	15,3	34,0	7,44	23,6	-0,5	37,4	7,37	21,5	-3,0								
5	J.K.	57	14,5	42,0	7,37	22,9	-1,1	42,0	7,38	23,5	-0,5								
6	B.A.	57	13,6	42,8	7,38	23,7	-0,1												
7	H.E.	57	12,3	41,8	7,41	25,2	+1,7												
8	C.A.	57	13,6	48,4	7,41	27,6	+4,8												
9	E.P.	58	14,4	49,0	7,43	29,3	+6,1	37,1	7,48	27,4	+4,2	30,0	7,35	17,7	-8,1	21,483			
10	K.E.	58	13,9	48,7	7,42	28,5	+5,3	37,2	7,38	21,9	-2,4	29,0	7,29	15,0	-11,7	26,550			
11	B.C.	58	14,2	43,5	7,45	28,4	+5,2	38,3	7,45	26,1	+2,7	25,0	7,33	15,0	-11,8	23,35			
12	A.A.	58	14,9	36,2	7,38	21,5	-3,0												
13	L.A.	58	14,2	39,1	7,49	29,3	+6,1	39,4	7,35	21,3	-3,4								
14	H.H.	59	15,5	37,0	7,40	22,8	-1,2					29,0	7,31	15,9	-10,4	23,75			

Nr.	Name	Alter	Hb in mg%	Ruhewerte				nach 100-M-Bel.				nach 5000-m-Lauf			
				pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval
15	W.J.	59	13,1	42,6	7,42	26,1	+2,7	41,0	7,39	23,7	-0,2				
16	B.H.	59	13,2	45,8	7,45	29,5	+6,3	40,7	7,44	26,6	+3,2				
17	M.K.	59	12,7	41,8	7,46	28,4	+5,2	34,8	7,45	24,4	+0,6				
18	F.H.	60	13,9	41,9	7,48	29,8	+6,7	36,2	7,42	23,5	-0,5				
19	K.F.	57	13,5	40,2	7,43	25,8	+2,2	33,7	7,45	23,9	-0,1				
20	B.F.	58	14,8	37,5	7,42	24,0									
21	R.W.	60	14,9	38,4	7,43	25,0	+1,3					32,7	7,34	18,4	-7,3
22	U.N.	60	13,6	38,8	7,39	22,8	-1,1	?	7,44						23,4
23	J.E.	60	14,0	43,3	7,38	24,1	+0,2	37,7	7,41	23,5	-0,5				
24	K.A.	61	15,4	37,9	7,4	23,0	-1	34,1	7,42	22,5	-1,5	20,6	7,36	16,5	-9,7
25	G.H.	61	15,8	40,7	7,39	26,0	+2,5	29,7	7,35	17,5	-8,2				
26	R.W.	61	14,6	38,8	7,44	25,6	+2,1	37,8	7,43	24,8	+1,0				
27	M.R.	61	13,1	41,0	7,47	28,7	+5,6	40,5	7,44	26,5	+3,2	28,0	7,26	13,8	-13,2
28	P.G.	62	14,4	36,4	7,39	22,0	-2,2	33,2	7,36	19,5	-6				
29	S.K.	62	13,8	42,4	7,43	26,6	+3,4	37,0	7,44	25,0	+1,3				
30	M.P.	62	13,2	47,0	7,43	28,6	+5,5	44,3	7,44	28,0	+4,9				

Nr.	Name	Alter	Hb in mg%	Ruhewerte					nach 100-M-Bel.					nach 5000-m-Lauf					Laufzeit
				pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in eqval/l	BE in eqval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in eqval/l	BE in eqval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in eqval/l	BE in eqval				
31	B.G.	62	13,9	43,2	7,48	30,4	+7,4	36,1	7,42	23,5	-0,5								
32	Z.G.	63	15,7	26,0	7,37	16,9	-9,1												
33	F.E.	63	13,6	41,7	7,43	26,1	+2,7	37,3	7,39	22,2	-2,0								
34	K.J.	63	14,2	42,8	7,40	25,0	+1,3	36,0	7,35	19,9	-5,1								
35	L.W.	63	13,0																
36	K.R.	64	14,9	43,9	7,37	23,4	-0,5												
37	S.E.	64	13,2	40,2	7,38	23,0	-1,0	33,5	7,43	22,5	-1,5								
38	S.O.	64	13,6	38,7	7,5	29,7	+6,6	35,1	7,46	25,4	+1,9	23,2	7,43	18,0	-7,8	27,55			
39	R.S.	65	14,9	42,0	7,39	24,3	+0,5	37,7	7,46	26,4	+3,0	40,0	7,44	26,2	+2,8	26,25			
40	K.H.	65	13,8	36,0	7,40	22,3	-1,9	37,6	7,37	21,4	-3,1	34,0	7,30	17,1	-8,9	23,6			
41	K.K.	65	12,9	40,0	7,42	25,0	+1,3	43,1	7,42	26,4	+3,0								
42	W.N.	62	14,5	40,5	7,37	22,5	-1,7	35,0	7,40	21,7	-2,6								
43	V.W.	65	13,8	43,0	7,45	28,2	+5,0												
44	S.J.	65	11,7	48,6	7,39	26,7	+3,4					41,0	7,41	24,9	+1,2	26,0			
45	H.G.	65	12,7	42,5	7,46	28,5	+5,3	41,2	7,46	27,3	+4,2								

Nr.	Name	Alter	Hühnerwerte					nach 100-M-Beil.					nach 5000-M-Lauf				
			Hb in mg%	pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	Laufzeit	
46	S.H.	65	13,7													24,4	
47	G.A.	66	14,8	41,5	7,42	25,5	+2,0	39,7	7,38	22,5	-1,5						
48	H.J.	66	15,1	39,7	7,42	25,0	+1,2					34,5	7,43	23,0	-1,0	30,283	
49	B.H.	66	13,3	43,9	7,40	26,0	+2,5	40,0	7,41	24,5	+0,7	33,3	7,46	25,0	+1,2	33,283	
50	S.J.	66	13,5	44,2	7,44	28,2	+5,1	32,1	7,38	19,8	-5,2						
51	M.H.	66	12,4	39,0	7,49	29,0	+6,0										
52	M.H.	66	14,6														
53	R.A.	66	15,3														
54	S.J.	67	15,1	41,0	7,37	22,6	-1,3									25,317	
55	F.E.	67	14,6	40,0	7,4	24,0	0	32,6	7,4	21,0	-3,9	36,0	7,36	20,4	-4,4	36,833	
56	H.A.	67	16,7	40,0	7,43	25,6	+2,1	30,0	7,34	17,4	-8,6						
57	J.O.	67	14,2	40,4	7,41	24,7	+1,0	32,0	7,38	19,8	-5,3						
58	M.J.	67	13,2	43,5	7,48	30,5	+7,5	38,6	7,47	27,3	+4,2	35,0	7,34	19,2	-6,2	24,933	
59	K.K.	68	14,8	42,0	7,46	28,3	+5,2	37,1	7,35	20,4	-4,6						
60	V.F.	68	13,5	42,0	7,47	29,0	+6,0	36,0	7,38	21,4	-3,2						

Nr.	Name	Alter	Hb in mg%	Ruhewerte				nach 100-W-Bel.				nach 5000-m-Lauf				Laufzeit
				pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	
61	W.H.	69	13,3	31,8	7,38	19,5	-5,7									
62	S.H.	69	15,7	38,8	7,41	24,0	0	39,9	7,36	21,5	-3,1					
63	D.E.	69	13,8	39,8	7,38	22,7	-1,2									
64	K.K.	69	12,4	45,6	7,46	30,2	+7,0	36,5	7,28	17,0	-8,9	31,4	7,42	21,3	-3,2	29,467
65	G.H.	69	13,9	43,5	7,38	24,3	-0,5	37,4	7,37	21,5	-3,0					
66	H.P.	69	14,2	42,7	7,45	27,9	+4,8									
67	K.K.	70	14,3	39,1	7,40	23,7	-0,3					39,4	7,27	17,6	-8,3	22,5
68	K.K.	70	13,1	44,0	7,46	29,5	+6,2	32,7	7,42	21,9	-2,4	38,4	7,31	18,4	-5,9	27,767
69	M.G.	70	12,7	38,0	7,38	22,0	-2,2	39,1	7,35	21,1	-3,4					
70	S.M.	70	13,6	49,3	7,38	26,1	+2,9	39,2	7,41	24,3	+0,2					
71	F.H.	71	13,8	48,7	7,4	27,2	+4	44,4	7,4	25,6	+2,1	26,0	7,31	14,6	-12,2	26,267
72	M.J.	71	14,1	38,8	7,39	22,8	-1,1	37,8	7,39	22,2	-1,9	33,0	7,41	21,6	-3,0	26,3
73	L.N.	71	12,6	47,9	7,43	29,0	+5,8	41,3	7,37	22,7	-1,2	27,6	7,5	23,6	-0,4	32,767
74	R.C.	71	15,8	44,6	7,4	25,5	+2,0	41,4	7,39	24,0	0	37,6	7,41	25,8	+2,3	28,467
75	E.J.	71	13,6	41,2	7,46	28,0	+5,0	37,1	7,40	22,8	-1,1					
												30,4	7,33	17,2	-8,9	28,13
												36,9	7,52	30,0	+6,8	36,633

Nr.	Name	Alter	Ruhewerte					nach 100-W-Bel.					nach 5000-m-Lauf					Laufzeit
			Hb in mg%	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval			
76	F.A.	71	15,4	38,7	7,43	25,0	+1,3	37,7	7,43	24,5	+0,8	27,4	7,36	15,9	-10,4	27,833		
77	M.O.	71	15,0									39,0	7,53	32,0	+9,1	36,417		
78	L.W.	71	13,5	37,0	7,53	30,8	+7,8					40,0	7,38	22,8	-1,2	22,383		
79	T.F.	71	14,7									35,5	7,37	20,7	-4,1	22,867		
80	G.K.	71	14,2									28,7	7,34	16,8	-9,2	23,833		
81	K.W.	71	14,8															
82	V.A.	72	15,2	41,0	7,42	25,5	+1,8					31,6	7,47	24,0	0	34,15		
83	N.K.	72	12,3	34,8	7,40	21,8	-2,5	42,0	7,33	21,2	-3,5	26,6	7,45	22,9	-1,0	27,567		
84	H.H.	75	13,0	37,5	7,47	27,0	+3,8					31,0	7,41	20,7	-4,0	27,917		
85	E.D.	76	14,5	41,5	7,36	22,6	-1,9	36,2	7,4	22,4	-1,6							
86	P.R.	77	13,5	42,5	7,42	26,1	+2,7	41,0	7,43	26,1	+2,7							
87	G.W.	77	14,3									34,5	7,46	25,0	+1,4	29,333		
88	H.W.	78	13,7									37,2	7,39	24,2	-1,9	31,567		
89	K.R.	79	13,6	40,3	7,41	24,7	+1,0	38,4	7,43	24,5	+0,7	37,7	7,43	25,5	+2,0	33,467		
90	M.G.	79	13,8									28,6	7,47	22,5	-1,5	46,4		

Nr.	Name	Alter	Ruhewerte					nach 100-M-Bel.					nach 5000-M-Lauf					Laufzeit
			Hb in mg%	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval	pCO ₂ in mmHg	pH	St.Bik. in mval/l	BE in mval			
91	M.O.	81	12,8														35,867	
92	E.H.	82	14,6														35,2	
93	S.H.	83	12,8														36,65	
94	R.G.	83	12,9	39,3	7,4	23,6	-0,3										42,917	
95	B.B.	85	14,0														46,05	
96	T.P.	87	13,2														41,767	
97	H.W.	92	12,7	36,0	7,46	25,6	+2,0	37,0	7,33	19,4	-6,0	37,2	7,52	30,2	+7,1		53,15	

LEBENS LAUF

Am 23. Februar 1941 wurde ich als Sohn des Rechtsreferendars Dr. jur. Anton Glaser und seiner Ehefrau Maria, geb. Netsch, in Brüx/CSSR geboren.

Von 1947 bis 1952 besuchte ich in Bamberg, Rosenheim und Regensburg die Volksschule.

1961 machte ich am Realgymnasium in Nürnberg das Abitur. Ab dem Sommersemester 1962 studierte ich an der Med. Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, und dort legte ich auch nach dem Vorphysikum und dem Physikum am 7. Juni 1968 das Staatsexamen ab.

Meine Medizinalassistentenzeit verbrachte ich am Elisabethen-Krankenhaus Ravensburg, an den Städtischen Krankenanstalten Nürnberg sowie am Kreiskrankenhaus Neumarkt/Opf., wo meine Weiterbildung zum Facharzt für Innere Krankheiten erfolgte. Die Anerkennung als Internist erlangte ich am 30. Juli 1975.

Seit dem 15. Januar 1976 bin ich als Oberarzt an der Inneren Abteilung des Fürst-Carl-Landeskrankenhauses in Sigmaringen tätig.

Erlangen, im Dezember 1976

Roland Karl Rudolf Glaser

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990